

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1938

N° 411

THESE  
POUR LE  
DOCTORAT EN MÉDECINE  
(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

**Pierre-Jean-Marie DESTOUCHES**

Né le 23 Septembre 1909, à Argentan (Orne)

**Le facteur psychique**  
DANS L'ÉPREUVE DU  
**Maximum d'Apnée volontaire**

*Président : LÉON BINET, Professeur*

PARIS  
MAURICE LAVERGNE, IMPRIMEUR  
289, RUE SAINT-JACQUES, 289

—  
1938



FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

---

Année 1938

N° \_\_\_\_\_

THESE  
POUR LE  
DOCTORAT EN MÉDECINE  
(DIPLÔME D'ÉTAT)

PAR

**Pierre-Jean-Marie DESTOUCHES**

Né le 23 Septembre 1909, à Argentan (Orne)

---

**Le facteur psychique**  
DANS L'ÉPREUVE DU  
**Maximum d'Apnée volontaire**

---

*Président :* LÉON BINET, Professeur

PARIS  
MAURICE LAVERGNE, IMPRIMEUR  
289, RUE SAINT-JACQUES, 289

---

1938

LE DOYEN.....

TIFFENEAU.

# I. — PROFESSEURS

MM.

|                                                                    |                    |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Anatomie . . . . .                                                 | ROUVIERE.          |
| Physiologie . . . . .                                              | Léon BINET.        |
| Physique médicale . . . . .                                        | STROHL.            |
| Chimie médicale . . . . .                                          | DESGREZ.           |
| Bactériologie . . . . .                                            | Robrt DEBRE.       |
| Parasitologie et histoire naturelle médicale . . . . .             | BRUMPT.            |
| Pathologie médicale et générale . . . . .                          | BAUDOUIN.          |
| Pathologie médicale . . . . .                                      | ABRAMI.            |
| Pathologie chirurgicale . . . . .                                  | CHEVASSU.          |
| Anatomie pathologique . . . . .                                    | ROUSSY.            |
| Histologie . . . . .                                               | CHAMPY.            |
| Pharmacologie et matière médicale . . . . .                        | TIFFENEAU.         |
| Thérapeutique . . . . .                                            | HARVIA.            |
| Hygiène et médecine préventive . . . . .                           | TANON.             |
| Médecine légale . . . . .                                          | BALTHAZARD.        |
| Histoire de la médecine et de la chirurgie . . . . .               | LAIGNEL-LAVASTINE. |
| Pathologie expérimentale et comparée . . . . .                     | FIESSINGER.        |
| Hydrologie thérapeutique et climatologie . . . . .                 | CHIRAY.            |
| Clinique médicale . . . . .                                        | LOEPER.            |
| » . . . . .                                                        | CARNOT.            |
| » . . . . .                                                        | CLERC.             |
| » . . . . .                                                        | Marcel LABBE.      |
| Hygiène et clinique de la première enfance . . . . .               | LEREBOULLET.       |
| Clinique des maladies des enfants . . . . .                        | NOBECOURT.         |
| Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale... . | H. CLAUDE.         |
| Clinique des maladies cutanées et syphilitiques . . . . .          | GOUGEROT.          |
| Clinique des maladies du système nerveux... .                      | GULLAIN.           |
| Clinique des maladies infectieuses . . . . .                       | LEMIERRE.          |
| Clinique chirurgicale . . . . .                                    | CUNEO.             |
| » . . . . .                                                        | GOSSET.            |
| » . . . . .                                                        | GREGOIRE.          |
| » . . . . .                                                        | LENORMANT.         |
| Clinique ophtalmologique . . . . .                                 | TERRIEN.           |
| Clinique urologique . . . . .                                      | MARION.            |
| Clinique d'accouchements . . . . .                                 | LEVY-SOLAL.        |
| » . . . . .                                                        | COUVELAIRE.        |
| » . . . . .                                                        | JEANNIN.           |
| Clinique gynécologique . . . . .                                   | MOCQUOT.           |
| Clinique chirurgicale infantile et orthopédie . . . . .            | OMBREDANNE.        |
| Clinique thérapeutique médicale . . . . .                          | RATHERY.           |
| Clinique oto-rhino-laryngologique . . . . .                        | LEMAITRE.          |
| Clinique thérapeutique chirurgicale . . . . .                      | Pierre DUVAL.      |
| Clinique propédeutique . . . . .                                   | Maurice VILLARET.  |
| Clinique de la Tuberculose . . . . .                               | BEZANÇON.          |
| Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte . . . . .           | MATHIEU.           |
| Cardiologie clinique . . . . .                                     | LAUBRY.            |
| Professeurs sans chaire . . . . .                                  | HOVELACQUE.        |
| » . . . . .                                                        | MULON.             |
| » . . . . .                                                        | OLIVIER.           |
| » . . . . .                                                        | VERNE.             |



## II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

| MM.                     |                       | MM                      |                        |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|
| AMELINE . . . . .       | Pathologie chirurgic. | LANTUEJOL . . . . .     | Obstétrique.           |
| BARIETY . . . . .       | Pathologie médicale.  | LAROCHE (Guy) . . . .   | Pathologie médicale.   |
| BENARD (Henri) . . . .  | Pathologie médicale.  | LELONG . . . . .        | Pathol. expérimentale  |
| Jstin BESANÇON . . . .  | Hydrologie.           | LEMAIRE . . . . .       | Pathologie chirurgic.  |
| BERNARD (Etienne) . . . | Pathologie médicale.  | LEVEUF . . . . .        | Pharmacologie.         |
| BOULIN . . . . .        | Pathologie médicale.  | MM J. LEVY . . . . .    | Neurol. et Psychiatrie |
| BULLIARD . . . . .      | Histologie.           | LEVY-VALENSI . . . . .  | Pathologie chirurgic.  |
| CATHALA . . . . .       | Pathologie médicale.  | MENEGAUX . . . . .      | Pathologie médicale.   |
| CHEVALLIER . . . . .    | Pathologie médicale.  | MOLLARET . . . . .      | Pathologie médicale.   |
| COSTE . . . . .         | Pathologie médicale.  | MOREAU . . . . .        | Pathologie chirurgic.  |
| DOGNON . . . . .        | Physique.             | MOULONGUET . . . . .    | Pathologie médicale.   |
| FÉY . . . . .           | Urologie.             | MOUQUIN . . . . .       | Anat. pathologique.    |
| FUNCK . . . . .         | Pathologie chirurgic. | OBEPLING . . . . .      | Pathologie chirurgic.  |
| GALLIARD . . . . .      | Parasitologie.        | PETIT-DUTAILLIS . . . . | Médecine légale.       |
| GASTINEL . . . . .      | Bactériologie.        | PIÉDELIEVRE . . . . .   | Obstétrique.           |
| DE GAUDART D'ALLAINES   | Pathologie chirurgic. | PORTES . . . . .        | Ophtalmologie.         |
| DE GENNES . . . . .     | Pathologie médicale.  | RENARD . . . . .        | Physiologie.           |
| GAYET . . . . .         | Physiologie           | RICHET . . . . .        | Chimie biologique.     |
| GIROUD . . . . .        | Histologie.           | SANNIE . . . . .        | Pathol. expérimentale  |
| HAGUENAU . . . . .      | Pathologie médicale.  | SENEQUE . . . . .       | Pathologie médicale.   |
| HALPHEN . . . . .       | Oto-Rhino-Laryngol.   | TROISIER . . . . .      | Obstétrique.           |
| HAZARD . . . . .        | Pharmacologie.        | TURPIN . . . . .        | Pathologie médicale.   |
| HUGUENIN . . . . .      | Anat. pathologique.   | VIGNES . . . . .        | Pathologie chirurgic.  |
| JOANNON . . . . .       | Hygiène.              | WILMOTH . . . . .       | Pathol chirurgic.      |
| LACOMME . . . . .       | Obstétrique.          |                         |                        |

## III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE POUR LE SERVICE DES EXAMENS

| MM.                   |                       | MM                    |                     |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| ALGLAVE . . . . .     | Physiologie.          | LEROUX . . . . .      | Anat. pathologique. |
| BUSQUET . . . . .     | Pathologie chirurgic. | NEVEU-LEMAIRE . . . . | Parasitologie       |
| CHAILLEY-BERT . . . . | Pharmacologie.        | PHILIBERT . . . . .   | Bactériologie.      |

## IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE A TITRE PERMANENT

| MM.                   |                    | MM                    |                        |
|-----------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|
| ALAJOUANINE . . . . . | Clinique médicale. | BASSET . . . . .      | Clinique Chirurgicale. |
| AUBERTIN . . . . .    |                    | BROCC . . . . .       |                        |
| BRULE . . . . .       |                    | CADENAT . . . . .     |                        |
| CHABROL . . . . .     |                    | GATELLIER . . . . .   |                        |
| DONZELOT . . . . .    |                    | REITZ-BOYER . . . . . |                        |
| DUVOIR . . . . .      |                    | MOURE . . . . .       |                        |
| LIAN . . . . .        |                    | QUENU . . . . .       |                        |
| PASTEUR-VALLERY-      |                    | SCHWARTZ . . . . .    |                        |
| RADOT . . . . .       |                    | VELTER . . . . .      |                        |
| SEZARY . . . . .      |                    |                       |                        |
|                       |                    | ECALLE . . . . .      | Clinique obstétricale. |
|                       |                    | LE LORIER . . . . .   |                        |
|                       |                    | METZGER . . . . .     |                        |
|                       |                    | GUENIOT . . . . .     |                        |

## V. — CHARGÉS DE COURS

MM.

|                        |                      |
|------------------------|----------------------|
| CHAILLEY-BERT, agrégé  | Education physique.  |
| LEDOUX-LEBARD .....    | Radiologie clinique. |
| PHILIBERT, agrégé .... | Microbiologie.       |
| RUPPE .....            | Stomatologie.        |
| WEIL-HALLE .....       | Puériculture.        |

*Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.*

A LA MÉMOIRE DE MA MÈRE

A MES PARENTS

A MA FEMME

A TOUS LES MIENS

A MES AMIS

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

M. LE PROFESSEUR LÉON BINET

Professeur de Physiologie à la Faculté de Médecine

Médecin à l'Hôpital Necker

Chevalier de la Légion d'Honneur

*Qui a bien voulu nous faire le grand hon-  
neur d'accepter la présidence de cette  
thèse. Hommage de notre respectueuse  
admiration.*

AUX MEMBRES DE MON JURY DE THESE

A M. LE MÉDECIN GÉNÉRAL J. BEYNE

Inspecteur des Services de Recherches  
Médico-Physiologiques de l'Armée de l'Air

*Qui nous a témoigné la plus grande bien-  
veillance.*

A M. LE MÉDECIN COMMANDANT P. BERGERET

Chef du Laboratoire d'Etudes Médico-Physiologiques  
de l'Armée de l'Air

*Qui nous a inspiré ce travail et nous a guidé  
de ses précieux conseils.  
Témoignage respectueux de notre reconnais-  
sance.*

A MES MAITRES DANS LES HOPITAUX DE PARIS

M. LE PROFESSEUR CUNÉO  
M. LE PROFESSEUR CARNOT  
M. LE PROFESSEUR OMBREDANNE  
M. LE PROFESSEUR NOBÉCOURT  
M. LE PROFESSEUR AGRÉGÉ J. CATHALA  
M. LE PROFESSEUR GUILLAIN  
M. LE PROFESSEUR GOUGEROT  
M. LE PROFESSEUR LEMIERRE  
M. LE DOCTEUR CHIRIÉ  
M. LE PROFESSEUR CLAUDE  
M. LE PROFESSEUR TERRIEN  
M. LE PROFESSEUR MARION.  
M. LE PROFESSEUR LEMAITRE

A M. LE DOCTEUR P. L. THIROLOIX  
Ancien Chef de Clinique à la Faculté de Médecine  
Médecin de l'Hôpital Foch

*En gage de notre reconnaissance.*

A MES MAITRES DE L'INSTITUT MÉDICO-LÉGAL  
DE PARIS

A MES CAMARADES DE FACULTÉ

## INTRODUCTION

Nous nous sommes proposé, dans ce travail, d'étudier la valeur de l'épreuve du maximum d'apnée volontaire en inspiration forcée, en tant qu'épreuve fonctionnelle destinée à l'exploration des appareils respiratoire et circulatoire chez les candidats au Personnel Navigant de l'Armée de l'Air, et chez les pilotes au cours des examens médicaux auxquels ces derniers sont périodiquement soumis.

Dans quelle limite cette épreuve permet-elle de se rendre compte de la valeur fonctionnelle de l'appareil respiratoire — ou peut-être de l'appareil circulatoire — d'un sujet donné ? Est-elle rigoureusement fidèle ? Ou bien, certains facteurs entrent-ils en ligne de compte dans chaque cas déterminé, qui devront chaque fois être isolés ? Quels sont ces facteurs et comment les interpréter ?

Depuis la guerre, de très nombreux travaux, parmi lesquels ceux de M. Frack, de G. Guillaïn, de Léon Binet, ceux de M. Bourgeois, et, plus récemment de J. Latour dans leurs thèses, les recherches de Périot, d'Amphoux, représentent l'étude physiologique et pathologique très complète de cette épreuve.

Mais, du fait même de sa dénomination, l'épreuve du maximum d'apnée « volontaire » fait intervenir un autre facteur, le facteur psychologique, qui, lui aussi, mérite d'être étudié. Si, en effet, cet élément a été entrevu par la plupart des auteurs, et tout spécialement par Edward C. Schneider, à

notre connaissance son rôle n'a jamais été précisé et les variations qu'il est susceptible d'entraîner dans les résultats de l'épreuve n'ont pour ainsi dire pas été envisagées.

Or, dès le début de nos investigations, nous avons remarqué qu'en fait ce facteur psychique jouait un rôle considérable au cours de cette épreuve, et qu'il influençait les résultats dans de très grandes proportions.

Ce facteur a en effet d'autant plus d'importance que nous nous plaçons dans des conditions très spéciales : il s'agit d'un examen médical d'aptitude au vol ; c'est dire que les sujets à examiner sont tous des sujets jeunes, ou tout au moins des adultes en pleine force, et que beaucoup d'entre eux sont déjà passés au crible de tous les examens médicaux successifs imposés par la vie militaire. Un triage a donc déjà été opéré, et nous n'avons affaire qu'à des hommes apparemment sains, chez lesquels les causes pathologiques proprement dites de diminution de l'apnée, telles que les affections pulmonaires, cardiaques ou rénales, ne se rencontrent pas. Et pourtant, les chiffres que nous obtenons varient du simple au quadruple ; et alors que l'épreuve devrait tout au moins nous permettre de dire que tel sujet se trouvera en vol en de bonnes, de médiocres ou de mauvaises conditions respiratoires, il arrive que le maximum d'apnée soit relativement bas alors que toutes les autres épreuves fonctionnelles sont normales.

Et c'est justement dans ces conditions que le facteur volontaire prend toute son importance : un émotif, par exemple, n'est-il pas susceptible d'avoir une « apnée » très basse, alors que l'intégrité de son appareil respiratoire et de son système circulatoire est absolue ?

\*  
\* \*

L'étude que nous avons entreprise ne porte par conséquent que sur l'adulte normal, c'est-à-dire sur le sujet qu'un examen médical préalable a reconnu indemne de tout trouble fonctionnel important, de toute tare organique ou de toute lésion pathologique décelables.

Au cours d'un premier chapitre, nous envisagerons les données du problème ; nous exposerons les conditions techniques dans lesquelles nous nous sommes placé pour la mise en œuvre de cette épreuve ; enfin, nous essayerons de dégager de nos recherches la durée moyenne de l'apnée volontaire en inspiration forcée.

Le second chapitre sera consacré à l'étude du rôle du facteur psychique au cours de l'épreuve et de ses répercussions sur les résultats de celle-ci.

Dans un troisième chapitre, nous exposerons les données auxquelles nous a conduit l'électrocardiographie, méthode à laquelle nous avons recouru pour la recherche d'un critérium susceptible de mettre objectivement en lumière les faits subjectifs que l'étude du facteur psychologique nous a amené à constater.

\*  
\* \*

Nous tenons à remercier très vivement M. le Médecin Commandant P. Bergeret qui nous a inspiré le sujet de cette thèse et qui a mis à notre disposition, outre l'instrumentation très complète du Laboratoire d'Etudes médico-physiologiques de l'Ar-

mée de l'Air, une documentation personnelle très étendue. Il nous a constamment guidé dans la complexité des problèmes physiologiques que pose ce sujet.

D'avoir su nous rendre le travail passionnant et facile, nous lui sommes très reconnaissant.

Nos remerciements s'adressent également à M. le Médecin Général J. Beyne, Inspecteur des Services de recherches médico-physiologiques de l'Armée de l'Air, qui, avec la plus grande bienveillance, nous a donné ses conseils avertis ; et à M. le Médecin Capitaine M. Ollivier qui a bien voulu nous donner toute facilité pour poursuivre notre tâche, à la Base Aérienne de Villacoublay.

## LES DONNÉES DU PROBLÈME

### I. — LES FAITS ÉTABLIS.

1° *Historique.* — Nous ne ferons que rappeler les grandes lignes de l'histoire de la question.

C'est à A. Mosso que revient le mérite d'avoir découvert, en 1901, le grand rôle de l'anhydride carbonique dans l'apnée physiologique : cet auteur a montré, en effet, qu'une baisse de la teneur du sang en  $\text{CO}^2$  entraînait l'apnée, alors qu'au contraire, l'augmentation de la quantité de  $\text{CO}^2$  dans le sang déclenchait une polypnée.

C'est J. Sabrazès qui songea le premier, en 1902, à appliquer à la clinique la notion de l'apnée. Il en fit une épreuve qui n'est autre que celle du maximum d'apnée volontaire, soit après inspiration normale, donnant les chiffres de vingt à vingt-cinq secondes, soit après inspiration forcée, donnant alors les chiffres de quarante à cinquante secondes.

Ce sont G. Guillaïn et M. Flack qui, au cours de la dernière guerre, eurent l'idée d'appliquer cette épreuve fonctionnelle à la sélection des aviateurs, dont l'intégrité de l'appareil respiratoire, soumis à des modifications constantes, rapides et quelquefois considérables de pression, doit évidemment être absolue.

C'est à J. Beyne enfin que revient le mérite d'avoir entrevu l'un des premiers l'importance du

facteur psychologique dans l'application de cette épreuve. Dans un article sur l' « Examen médical du Personnel Navigant de l'Aéronautique », il écrit en effet, en 1926 : « Si l'apnée volontaire est une épreuve respiratoire, ....elle représente aussi, pour une très grande part, une épreuve de capacité d'inhibition volontaire ».

2° *Travaux relatifs à l'étude expérimentale de l'apnée.* — Ils ont été très nombreux. Nous ne ferons que citer les principaux.

Léon Binet et M. Bourgeois dans un article de la « Presse Médicale » du 12 juin 1920, M. Bourgeois dans sa thèse, et Léon Binet dans le « Traité de Physiologie Normale et Pathologique », ont entrepris l'étude systématique de l'apnée volontaire. En 1926, V. de Laurenzi fait l'étude de l'influence du travail musculaire sur la durée de l'apnée. Citons également les « Recherches sur l'apnée volontaire et la respiration en milieu clos », travail de Périot, de la même année.

F. Kisch consacre un article de la « Klinische Wochenschrift » à l'électrocardiographie pratiquée au cours de l'épreuve du maximum d'apnée volontaire chez les cardiaques.

J. Latour, dans sa thèse, oriente ses investigations du côté des variations pathologiques de l'épreuve de l'apnée et étudie celles-ci en particulier dans les affections du sang.

G. Viale et A. Bruno étudient, en 1928, le rôle de la rate et l'hyperglobulie dans l'apnée volontaire. En 1935, Léon Binet et M. V. Strumza montrent par une série d'expériences pratiquées sur les animaux et sur l'homme, que des perturbations respi-

ratoires entraînent au bout d'un certain temps, une polyglobulie importante, susceptible d'allonger la durée de l'apnée. Cette polyglobulie ne peut naturellement devenir manifeste qu'à la suite d'apnées répétées : « Le sujet retient sa respiration aussi longtemps que possible, 4 à 5 fois de suite, avec des intervalles de respiration, courts et fixes, de 10 secondes. Le sang est prélevé par piqûre de la phalange, avant et 2 à 3 minutes après l'apnée ». Les chiffres publiés par ces auteurs « montrent que l'homme répond par une élévation du taux des globules rouges aux perturbations respiratoires. Il est digne de remarquer que la durée d'apnée se prolonge habituellement après la répétition de cette petite asphyxie, malgré la brièveté de l'intervalle de respiration. Cette favorable influence est sans doute liée à l'augmentation de l'hémoglobine circulante ».

Plus récemment, Géraud et Sohier publient dans le Bulletin de la « Société de Médecine Militaire Française », un article sur l'apnée volontaire et la protection individuelle contre les gaz toxiques. L'action de ces gaz pouvant se produire inopinément et à un moment quelconque du cycle respiratoire, ils n'envisagent à ce point de vue que les circonstances les plus défavorables, c'est-à-dire l'action de ces gaz à la suite d'une expiration normale.

Enfin, citons un article de R. Maréchal sur l'action de la suroxygénation au cours de l'apnée volontaire, dans la « Presse Médicale » du 27 mars 1937.

## II. — PHYSIOLOGIE DE L'APNÉE.

Le tableau suivant montre l'inexistence de tout rapport proportionnel entre le maximum d'apnée volontaire et la capacité vitale. (Afin que le lecteur

puisse se faire une idée sommaire du degré de développement des sujets, nous faisons également figurer sur ce tableau le périmètre thoracique maximum de chacun d'eux).

| Noms     | Apnée | Périmètre thoracique |         |       |
|----------|-------|----------------------|---------|-------|
|          |       | Capacité vitale      | Maximum | Pouls |
| Du... .. | 31''  | 3 lit. »             | 98 cm.  | 72    |
| St... .. | 32''  | 4 lit. 500           | 96 cm.  | 92    |
| Cr... .. | 33''  | 2 lit. 700           | 94 cm.  | 88    |
| La... .. | 36''  | 4 lit. »             | 88 cm.  | 84    |
| Bu... .. | 37''  | 4 lit. 150           | 102 cm. | 80    |
| Co... .. | 38''  | 3 lit. 700           | 93 cm.  | 92    |
| Ra... .. | 39''  | 3 lit. »             | 99 cm.  | 96    |
| Gr... .. | 40''  | 4 lit. 250           | 87 cm.  | 72    |
| Ge... .. | 41''  | 3 lit. »             | 84 cm.  | 76    |
| Bé... .. | 42''  | 3 lit. 700           | 95 cm.  | 92    |
| De... .. | 70''  | 4 lit. 650           | 94 cm.  | 72    |
| La... .. | 71''  | 3 lit. 250           | 85 cm.  | 78    |
| Ma... .. | 72''  | 3 lit. 050           | 84 cm.  | 92    |
| Ar... .. | 74''  | 3 lit. 200           |         | 80    |
| Al... .. | 75''  | 5 lit. 500           | 94 cm.  | 68    |
| Lé... .. | 75''  | 3 lit. 500           | 97 cm.  | 72    |
| Di... .. | 77''  | 3 lit. 550           | 85 cm.  | 76    |
| Ca... .. | 81''  | 5 lit. 500           | 90 cm.  | 84    |
| Bu... .. | 88''  | 3 lit. 800           | 98 cm.  | 96    |
| Si... .. | 105'' | 4 lit. »             | 86 cm.  | 80    |

C'est ce qu'ont déjà constaté nombre d'auteurs, et en particulier Edward C. Schneider et George W. Donis. J. Beyne écrit à ce sujet : « La capacité vitale représente plutôt une mesure anatomique qu'une mesure fonctionnelle. Le poumon travaille avec son air courant et non avec son air de capacité vitale ; et il serait donc peu rationnel d'admettre que la valeur fonctionnelle d'un appareil respiratoire soit exactement exprimée par sa capacité vitale ».

Le maximum d'apnée volontaire ne correspond donc pas à une mesure de même ordre que la capacité vitale. En effet, celle-ci rend compte du volume

d'air contenu dans le poumon : c'est une épreuve d'ordre anatomique. L'épreuve du maximum d'apnée volontaire par contre fait intervenir les nombreux facteurs physiologiques qui sont en rapport avec le métabolisme de l'oxygène dans l'organisme. Or, le métabolisme d'un élément quelconque dans l'organisme implique d'une part les notions de réserve et de débit de cet élément, d'autre part la notion d'élimination du tout ou d'une partie du produit résultant de la transformation de cet élément dans l'organisme. Dès l'instant que commence l'apnée, l'organisme ne peut plus « vivre » qu'aux dépens de l'oxygène préalablement emmagasiné, c'est-à-dire de l'oxygène contenu dans les poumons et de l'oxygène fixé sur l'hémoglobine (exception faite des conditions locales et passagères de fonctionnement en anaérobiose, comme dans la contraction musculaire) ; mais dès cet instant également, il ne peut plus éliminer l'acide carbonique formé dans les tissus. La durée de l'apnée sera par conséquent en rapport avec la quantité d'oxygène au départ (notion de réserve), avec la vitesse de consommation de cet oxygène pendant l'apnée (notion de débit), et avec la quantité d'acide carbonique formé pendant cette apnée (notion d'élimination).

Il en résulte que l'organisme en état d'apnée volontaire sera soumis, au bout d'un temps conditionné par ces différents facteurs (réserve et débit d'une part, transformation et élimination d'autre part), aux perturbations physiologiques résultant de l'anoxémie d'une part, et de l'hypercapnie d'autre part.

On peut donc dire que l'apnée, si elle est une épreuve fonctionnelle respiratoire, est une épreuve de valeur respiratoire *sanguine et tissulaire* qui traduit probablement :

a) la valeur de la réserve en oxygène que représente la masse sanguine circulante, autrement dit le rapport :

$$\frac{\text{besoins d'O}^2}{\text{masse d'HbO}^2} ;$$

b) le rapport entre la quantité de CO<sup>2</sup> émis par l'organisme dans l'unité de temps et la masse du plasma circulant ;

c) la sensibilité du bulbe à un taux donné de CO<sup>2</sup> : l'apnée prend fin quand un taux de CO<sup>2</sup> limite est atteint dans le sang (taux qui est peut-être fixe, mais qui varie peut-être avec les individus).

### III. — LA DURÉE MOYENNE DE L'APNÉE VOLONTAIRE CHEZ LE SUJET NORMAL :

1° *Technique.* — Nous insisterons d'abord sur la nécessité d'une technique absolument constante.

Nous avons toujours pratiqué l'épreuve du maximum d'apnée volontaire après toutes les autres épreuves que comporte l'examen médical et nous n'avons retenu que les sujets indemnes de toute affection pathologique.

D'autre part, comme nous le verrons dans un chapitre ultérieur, certains facteurs tels que l'abaissement du diaphragme, la contraction des muscles respiratoires, mis en jeu lors de l'inspiration forcée, ont d'importantes répercussions sur le système circulatoire ; il est par conséquent nécessaire d'insister sur ce fait que l'inspiration forcée demandée au sujet doit être maxima.

L'épreuve est pratiquée en position debout, les bras pendant le long du corps, le sujet ne se pinçant pas le nez.

Nos investigations n'ont porté que sur le sujet pratiquement au repos depuis au moins un quart d'heure. Nous n'avons pas en effet repris la question de l'influence du travail musculaire sur le maximum d'apnée, problème déjà très complètement étudié par plusieurs auteurs, en particulier par V. de Laurenzi et par Amphoux.

Enfin, nous avons toujours pratiqué l'épreuve trois heures au moins après le repas.

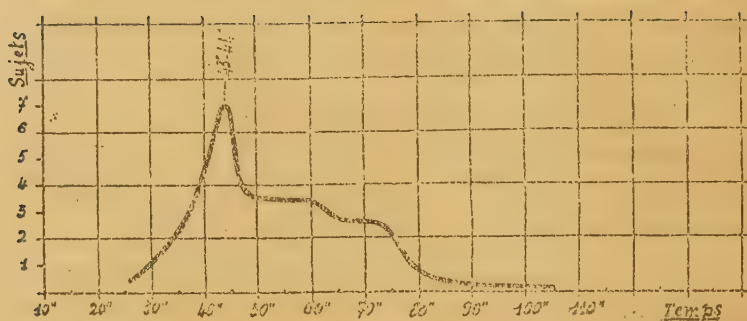
2° *Résultats.* — On serait tout d'abord tenté d'additionner les différents chiffres d'apnée des sujets examinés, puis de diviser le total par le nombre de ces sujets. Nous avons ainsi trouvé, sur 166 sujets observés, une moyenne de 53 secondes.

Plus superficiellement encore, on pourrait prendre les deux chiffres extrêmes que l'on ait pu rencontrer et faire ensuite la moyenne : nous trouvons ainsi 70 secondes.

Mais, comme dans l'établissement de toute statistique, ce ne sont pas là des moyennes en rapport avec la réalité. Elles sont en effet déformées par ce fait qu'elles font entrer en ligne de compte des exceptions. La dernière méthode n'est elle-même basée que sur des exceptions et ne tient aucun compte de la réalité ; la première se trouve viciée par l'addition aux chiffres couramment rencontrés, de chiffres rares et de chiffres exceptionnels.

Il faut, pour pouvoir se faire une opinion qui soit en accord avec le réel, tenir compte avant tout de la fréquence des chiffres rencontrés en clinique.

En portant en abscisse le nombre des sujets observés, et en ordonnée les temps d'apnée effectués par ces sujets, nous avons obtenu la courbe suivante, portant sur 166 sujets :



COURBE DE FRÉQUENCE DES DURÉES D'APNÉE :

— En abscisse, le nombre de sujets ;  
 — En ordonnée, les temps d'apnée en secondes.

Les durées d'apnée le plus souvent rencontrées sont de 43 et de 44 secondes.

Cette courbe montre plusieurs points intéressants à considérer :

1) Au-dessous de 28'' et au-dessus de 93'', les cas observés sont exceptionnels ;

2) Entre 28'' et 35'' d'une part, 75'' et 93'' d'autre part, les cas observés sont rares ;

3) La plupart des sujets observés ont une durée d'apnée comprise entre 35'' et 75'' ;

4) Les chiffres d'apnée le plus souvent rencontrés sont 43'' et 44'' (autant de sujets à 43'' qu'à 44'') ;

5) Enfin, il y a beaucoup plus de sujets au-dessus de 44'' qu'au-dessous de 43'' : la courbe monte d'une façon très rapide pour atteindre 43''-44'', tombe ensuite rapidement à une moyenne de 4 sujets où elle se maintient en plateau jusqu'à 60'' environ, puis redescend à une moyenne de 3 sujets

pour rester encore en plateau et ne tomber, à peu près verticalement, que vers 75". On peut encore juger de ces faits dans le tableau suivant :

Nous avons rencontré d'une part :

|                           |          |
|---------------------------|----------|
| — au-dessous de 28" ..... | 1 sujet  |
| — entre 28" et 35" .....  | 9 sujets |
| — entre 35" et 43" .....  | 31 »     |

Soit un total de 41 sujets dont le chiffre d'apnée est-dessous du chiffre le plus couramment rencontré.

D'autre part :

|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| — entre 44" et 75" ..... | 97 sujets |
| — entre 75" et 93" ..... | 12 »      |
| — au-dessus de 93" ..... | 2 »       |

Soit un total de 113 sujets dont le chiffre d'apnée est au-dessus du chiffre le plus couramment rencontré.

Il y a par conséquent près de trois fois plus de sujets au-dessus du chiffre moyen qu'au-dessous, et dix sujets seulement sur 166 ont un chiffre inférieur à 35" ; ce n'est en effet qu'à partir de ce chiffre de 35" que la proportion de sujets observés commence à devenir notable.

Nous concluons en disant :

a) Que le chiffre d'apnée le plus courant est de 43"-44" ;

b) Que l'on observe couramment des chiffres allant de 35" à 75" ;

c) Que les individus qui font plus de 75" d'apnée sont rares ;

d) Qu'il est exceptionnel de rencontrer des chiffres dépassant 95" ;

e) Qu'il est anormal ou pathologique d'avoir un maximum d'apnée au-dessous de 35".

#### IV. — IMPORTANCE DES VARIATIONS INDIVIDUELLES.

Ces résultats montrent la grande variabilité des chiffres rencontrés en pratique.

J. Beyne écrit dans l'article que nous avons déjà cité : « Il semble qu'elle [l'apnée volontaire] représente aussi, pour une très grande part, une épreuve de capacité d'inhibition volontaire. » D'autre part, Périot, puis Edward C. Schneider insistent sur l'importance du facteur psychique.

Voyons donc maintenant dans quelle mesure ces variations individuelles, dont sont loin de rendre compte d'autres épreuves telles que la capacité vitale, peuvent être rattachées à des phénomènes psychiques.

## INFLUENCE DES FACTEURS PSYCHO-PHYSIOLOGIQUES SUR L'ÉPREUVE DE L'APNÉE VOLONTAIRE

Nous étudierons d'une part l'état mental dans lequel se trouve le sujet au moment où il va subir l'épreuve, d'autre part les facteurs psychologiques en jeu pendant l'épreuve, et enfin le rôle de certains facteurs psycho-physiologiques.

I. — *Dans quel état psychologique se trouve le sujet au moment de subir l'épreuve ?*

Il serait impossible et arbitraire, à ce point de vue, de vouloir tenter une généralisation. Dans ce domaine, plus encore que dans celui de la clinique pathologique proprement dite, il y a autant de cas différents que de sujets : chacun apporte son comportement particulier et ses réactions personnelles.

Il nous a cependant semblé que les conditions d'examen étaient, d'une façon générale, très différentes chez le sujet qui se prêtait bénévolement à nos investigations et chez le sujet convoqué au titre de la visite médicale du Personnel Navigant.

Le sujet bénévole — à condition qu'il soit examiné isolément — ne « redoute » jamais l'épreuve, comptant bien reprendre sa respiration quand il se sentira plus ou moins incommodé. Et, en général, il ne tient point à trop se fatiguer !

En vérité, d'ailleurs, les chiffres que nous avons relevés dans ces conditions ne sont pas supérieurs à ceux que nous avons trouvés chez les candidats au Personnel Navigant, contrairement à ce que l'on aurait pu prévoir.

Chez ces derniers, l'état d'esprit est, en effet, tout différent. Ils sont inquiets ; ils redoutent successivement les diverses épreuves auxquelles ils doivent se soumettre ; et ils craignent en particulier l'épreuve du maximum d'apnée volontaire, parce que neuf sur dix d'entre eux ne savent pas en quoi elle consiste et que, même sachant ce qu'elle est, ils en ignorent les chiffres normaux. La plupart des gens connaissent leurs chiffres de tension artérielle, tout au moins le chiffre de leur maxima ; chacun peut porter sur sa vision tout au moins un jugement de valeur d'ordre général : elle est excellente, médiocre ou mauvaise. Mais, hormis un cas sur dix, le sujet ignore cette épreuve, ou, en tout cas, sa durée normale, et ce qu'il est capable de « faire ».

Ce qui prouve ces faits, et en même temps ce qui fait toucher du doigt la crainte qu'éprouvent les candidats au Personnel Navigant, c'est que sur dix examens, neuf fois la même question est posée avant l'épreuve : Quel temps doit-on normalement « faire » ?

Bien plus, les sujets ne se font aucune idée du poids que peut avoir cette épreuve dans l'établissement de leur fiche ; et les conversations « de couloir », qu'il est souvent facile de saisir, montrent qu'il y attachent une importance combien plus grande que les médecins qui la mettent en œuvre !

Enfin, mentionnons que cette crainte paraît plus grande chez les candidats au Personnel Navi-

gant, qui subissent en quelque sorte une visite médicale d'admission, que chez les pilotes, qui sont astreints à subir une visite médicale périodique.

II. — *Quelles sont les conditions psychologiques auxquelles le sujet se trouve soumis pendant l'épreuve ?*

Lorsqu'un sujet exécute une épreuve imposée au service de laquelle il doit subordonner ses qualités physiques et psychiques, son efficience vis-à-vis de cette épreuve varie avec les différents moments de celle-ci : Thorndike constate au début un accroissement d'efficience, auquel succède une période d'efficience stable, puis une période au cours de laquelle, sous l'influence de la fatigue, cette efficience décroît progressivement. Cet auteur constate même, en fin d'épreuve, une recrudescence de cette efficience, en rapport avec ce fait que le sujet sait qu'il approche de la fin de l'épreuve.

Or, au cours de cette période stable, et surtout au cours de cette période de fatigue, interviennent des facteurs positifs, dynamogéniques, et des facteurs négatifs, dépressifs. Quels sont ces facteurs dans le cas qui nous intéresse ?

1° *Facteurs dynamogéniques* : Ils sont de nature intellectuelle et de nature affective.

a) *Facteurs intellectuels* : Les notions qui les résument sont celles de l'attention, et surtout de la volonté.

Quel est le rôle de la *volonté* au cours de l'épreuve ? Elle intervient d'une façon véritablement

frappante chez la plupart des sujets, sinon chez tous. Une expérience fort simple nous a permis de nous en rendre compte : le sujet que l'on soumet à l'épreuve d'apnée volontaire ne se rend pas compte de la durée, du temps qui s'écoule ; au moment où il va reprendre son souffle, il ne sait pas ce que vaut son épreuve ; est-elle très bonne ou franchement mauvaise ? Il est incapable de s'en rendre compte. Si, au contraire, l'opérateur lui place un chronomètre sous les yeux, le sujet, les yeux fixés sur l'aiguille, possède un élément arithmétique d'appréciation de la durée : il a ainsi devant lui un repère, qui, à chaque seconde, lui permet de se juger lui-même.

Dans ces conditions, nous avons recueilli les résultats suivants pris parmi une centaine de cas :

|                          |                      | SUJET I | SUJET II | SUJET III |
|--------------------------|----------------------|---------|----------|-----------|
|                          |                      | —       | —        | —         |
| Apnée                    | a) Sans chronomètre. | 69"     | 42"      | 43"       |
|                          | b) Avec chronomètre  | 90"     | 50"      | 65"       |
| Rapport de b) à a) ..... |                      | 1,3     | 1,2      | 1,5       |

Sur 102 cas, 4 seulement ont donné des chiffres à peu près égaux. Dans plus de 70 cas, le chiffre d'apnée volontaire, avec durée mesurée par le sujet qui suit l'aiguille du chronomètre, correspond au chiffre d'apnée volontaire relevé sans appréciation de la durée, multiplié par 1,3 environ.

L'action de la volonté au cours de cette épreuve est donc particulièrement nette.

La petite variante suivante donne des résultats encore plus surprenants : le chronomètre étant placé sous les yeux du sujet, l'opérateur demande à celui-ci non seulement de « tenir » le plus longtemps pos-

sible, mais de battre un record correspondant au chiffre maximum d'apnée relevé chez ce sujet sans appréciation de la durée par lui-même, multiplié par 1,3 par exemple. Et voici des chiffres atteints au cours d'expériences semblables :

69'' ➡ 96''

48'' ➡ 71''

42'' ➡ 63''.

Soit le chiffre d'apnée relevé sans que le sujet ait suivi l'aiguille du chronomètre (à gauche), multiplié par 1,5.

D'autre part, des faits d'ordre psycho-social font également ressortir cette lutte de la volonté contre les états d'ordre purement physiologique qui se concrétisent en ce mot : la fatigue.

Prenons d'abord un sujet qui n'ait nul intérêt à réaliser une durée d'apnée jugée physiologiquement normale, c'est-à-dire un sujet bénévole, et procédons seul à seul à l'épreuve.

Prenons ensuite ce même sujet avec plusieurs de ses camarades, et soumettons-les tous ensemble à cette même épreuve d'apnée volontaire, sous le prétexte de procéder à une sélection parmi eux.

Les résultats sont loin d'être les mêmes dans les deux cas : l'émulation entre en jeu, et prend à son service toute la puissance de l'acte volontaire.

Considérons maintenant le candidat au Personnel Navigant par rapport au sujet bénévole isolé : les résultats sont changés dans les mêmes proportions : la question de la situation, facteur social si puissant, entre en ligne, et à son appui, toute la volonté du sujet se cristallise.

D'autre part, chacun sait comme il est énergique cet acte volontaire mis au service du plus grand

désir de ces jeunes gens : « voler », en face de toutes les barrières que ces examens font surgir devant lui !

En ce qui concerne le rôle de l'émulation, voici un autre fait qui a retenu notre attention. Au laboratoire, nous avons l'habitude de faire l'épreuve de l'apnée en prenant les sujets par groupes de cinq. Or, nous avons pu constater plus tard, que cette façon de faire était bien loin de nous donner des chiffres « individuels ». En effet, si l'on examine attentivement les résultats, on s'aperçoit qu'ils correspondent à des séries de chiffres très voisins les uns des autres pour un groupe donné. Nous avons, par exemple, dans un même groupe, des durées oscillant entre 40 et 50 secondes ; dans un autre, des durées variant de 70 à 80 secondes. Il suffit du fait que l'un « abandonne », pour que les autres estiment qu'ils n'ont plus besoin de se fatiguer ; et lorsque l'un des sujets reprend sa respiration, les autres ne tardent pas à reprendre la leur.

Etudions maintenant le rôle de l'*attention* au cours de l'épreuve. Ce facteur joue, si l'on peut dire, un rôle positif et un rôle négatif. Rôle positif : lorsque toute l'attention du sujet est consacrée à l'expérience elle-même — cas réalisé au maximum lorsque ce sujet suit lui-même l'aiguille des secondes —, les chiffres sont maxima. Mais qu'un élément extérieur intervienne inopinément et brusquement, tel que la sonnerie d'un appareil téléphonique ou l'intervention d'un tiers qui frappe à la porte, et l'attention changeant de pôle, les chiffres tombent verticalement : rôle négatif.

Ajoutons également la grosse part qui revient à ce que Ch. Laubry et Mlle Brosse ont appelé le dynamisme conscient (in « Presse Médicale » du 19

octobre 1935). Ces auteurs distinguent les sujets neurotoniques, chez lesquels toute concentration du champ de la conscience ne fait qu'alimenter l'émotivité ; et les sujets normaux, susceptibles de maîtriser les perturbations émotives et physiologiques résultant d'une circonstance quelconque.

Deux réserves s'imposent : d'une part, acte volontaire et attention ne correspondent pas à deux entités psychologiques nettement séparées l'une de l'autre, en ce sens que la volonté fait intervenir l'attention, et qu'inversement, être attentif, c'est avoir la volonté d'isoler et de fixer sa pensée. Les résultats de ces expériences toutes simples ne peuvent donc être considérés comme des chiffres se rapportant exclusivement à l'un ou à l'autre de ces facteurs. D'autre part, la valeur des chiffres appliqués au domaine de la psychologie, ne saurait, bien entendu, être considérée comme absolue, et ces chiffres ne sauraient servir qu'à prendre des points de repère susceptibles de fixer les idées.

## 2° Facteurs dépressifs :

a) Nous avons déjà vu le rôle que peut exercer l'*attention* lorsque celle-ci change d'objet ; mais dans la petite expérience que nous avons décrite plus haut à ce propos, si l'attention du sujet est en quelque sorte déviée par un élément extérieur brusque et imprévu, tel que la sonnerie du téléphone, par exemple, c'est, pour une grande part, par l'intermédiaire du mécanisme de l'émotion que nous allons maintenant considérer.

b) Il faut distinguer dans le rôle des *phénomènes émotifs* susceptibles de perturber l'acte volon-

taire que comporte l'épreuve étudiée, deux mécanismes :

1) Celui de l'émotion survenant à la suite d'une sensation ou d'une perception brutales, l'« *émotion-choc* », chez un sujet ne présentant pas une tendance spécialement émotive. Il ne faut pas en réalité en tenir compte : en pratique, les causes susceptibles de la produire ne se rencontrent pas. Il faudrait, en effet, un fait relativement impressionnant pour la déclencher ; et quand par hasard un fait de cet ordre survient au cours de l'examen (tel par exemple que le déclenchement de la sirène d'un avertisseur d'accident, ce que nous avons pu observer à Villacoublay alors que nous examinions un pilote), le sujet interrompt l'épreuve qu'il est en train d'accomplir comme il interromprait n'importe quel travail.

2) Beaucoup plus important est l'état émotif constitutionnel. Pour certains sujets, la moindre cause est à l'origine d'une véritable émotion. Le fait même de les observer pour surveiller l'épreuve les rend mal à l'aise ; celui de se voir dans une glace pendant l'exécution de l'épreuve les trouble. Tout ce qui se passe dans la pièce où l'on pratique l'examen représente pour eux une succession de phénomènes perturbateurs, dont chacun se comporte comme un « excitant ».

L'importance de cet état émotif est considérable au point de vue de la médecine aéronautique. En effet, quelle décision prendre vis-à-vis d'un sujet dont l'examen médical est entièrement négatif, sauf la constatation de manifestations émotives ? Bien entendu, dans ce cas, certaines épreuves, telles que les épreuves psycho-techniques, auront été

perturbées. Mais ces dernières mettent en jeu d'autres facteurs que le facteur émotif.

Or, il est parfaitement possible que tel individu dont le comportement devant les médecins aura mis en évidence des manifestations émotives nettes, réagisse avec la plus entière maîtrise de lui-même et d'une façon tout à fait adéquate lorsqu'il se trouvera, à son poste de pilotage, en face d'un « coup dur ». Mais il est également très possible que ce sujet, placé dans les mêmes conditions, perde entièrement son sang-froid.

Dans le premier cas, la cause déterminante des perturbations physiologiques est le facteur social : c'est la timidité. Dans le second, la cause déterminante est un facteur extérieur quelconque, brusque et imprévu, déclenchant l'émotion, et par conséquent, les phénomènes physiologiques qui lui sont liés.

Or, le diagnostic n'est pas facile à faire entre ces deux variétés du comportement émotif. Bien plus, il n'existe aucun critère précis de l'état émotif, que l'on ne décèle que par une série de manifestations physiologiques qui lui correspondent *habituellement*, et qui n'en sont nullement la mesure : modifications du pouls, troubles vaso-moteurs, sueurs, hésitations du comportement, etc...

Au point de vue de l'épreuve de l'apnée volontaire elle-même, ces modifications physiologiques font qu'en général, l'opérateur est fixé sur ces états avant de faire exécuter l'épreuve : le pouls l'a renseigné, ainsi que le comportement du sujet. Celui-ci déclare qu'il a couru, qu'il « s'est pressé » ; on attend un quart d'heure au bout duquel on s'aperçoit que le rythme cardiaque est toujours accéléré : mais — ce qui nous 'a semblé important comme caractère de la tachycardie émotive — cette tachy-

cardie n'est plus exactement la même : au lieu de 108 pulsations à la minute, on en trouve 120, ou 96, par exemple.

Nous avons plusieurs fois fait l'expérience suivante : ayant constaté la tachycardie d'un sujet d'apparence émotive, nous le renvoyions, en lui disant de revenir quand il aurait constaté lui-même ou fait constater par un camarade que son pouls était redescendu à un chiffre normal. La plupart du temps, le sujet ne tarde pas à revenir et déclare qu'il a compté 72 pulsations par exemple. Il suffit alors de reprendre le pouls pour s'apercevoir qu'il est remonté à un chiffre bien supérieur. On peut même répéter plusieurs fois de suite sur le même sujet cette petite expérience. Il arrive alors quelquefois que ce sujet revienne accompagné d'un camarade qui lui sert de témoin !

Il est inutile d'insister sur les chiffres d'apnée que peuvent atteindre ces sujets : les répercussions physiologiques de l'émotion, et surtout de l'émotion sur terrain spécialement émotif, sont bien connues. Voici quelques résultats obtenus au cours de plusieurs examens successifs, sur des sujets manifestement émotifs :

| NOMS     | APNÉE | POULS |
|----------|-------|-------|
| Ad... .. | 29''  | 110   |
|          | 30''  | 116   |
|          | 25''  | 108   |
| Gu... .. | 20''  | 100   |
|          | 21''  | 120   |
|          | 23''  | 108   |
|          | 20''  | 104   |

| NOMS     | APNÉE | POULS |
|----------|-------|-------|
| Bi... .. | 25''  | 112   |
|          | 40''  | 108   |
|          | 38''  | 104   |

Nous opposerons ces résultats aux suivants, relevés chez des sujets éliminés pour des tachycardies d'une origine autre que l'origine émotive et ne présentant aucune manifestation de nature émotive :

| NOMS     | APNÉE | POULS |
|----------|-------|-------|
| Pi... .. | 56''  | 116   |
|          | 50''  | 116   |
| Mo... .. | 62''  | 104   |
|          | 65''  | 108   |
| Vi... .. | 78''  | 110   |
|          | 70''  | 120   |

On voit par ces deux tableaux que ce n'est pas le rythme cardiaque seul qui fait baisser le chiffre d'apnée chez les sujets du premier tableau, mais bien l'ensemble des perturbations physiologiques d'ordre émotionnel, c'est-à-dire les conséquences physiologiques d'un fait psychique.

Il nous reste à mentionner une dernière constatation. L'état émotif d'un sujet peut ne pas être permanent : il peut être en rapport avec des phases d'hypo- et d'hyperactivité, liées soit à la constitution même de l'individu, soit à des facteurs exogènes tels que la dépression survenant à la suite de soucis, de chagrins, etc... C'est vraisemblablement à cette catégorie qu'il convient de rattacher les cas suivants :

| NOMS  |                        | APNÉE | POULS | COMPORTEMENT                    |
|-------|------------------------|-------|-------|---------------------------------|
| Re... | 1 <sup>er</sup> examen | 42''  | 112   | Manifestations émotives nettes. |
|       | 2 <sup>e</sup> examen  | 60''  | 88    | Pas de manifestations émotives. |
| Ra    | 1 <sup>er</sup> examen | 39''  | 96    | Manifestations émotives.        |
|       | 2 <sup>e</sup> examen  | 48''  | 72    | Pas de manifestations émotives. |

Les deux examens, pour chacun des sujets, ont été pratiqués à une quinzaine de jours d'intervalle. Il nous a malheureusement été impossible d'en pratiquer d'autres, le second examen ayant été satisfaisant. Mais il est permis de se demander si des examens ultérieurs n'auraient pas mis en évidence, de façon certaine, la constitution « cyclothymique » de ces sujets.

## L'ÉLECTROCARDIOGRAPHIE AU COURS DE L'APNÉE VOLONTAIRE

Les conclusions auxquelles nous ont conduit les faits exposés dans le chapitre précédent se résument donc en l'influence considérable des phénomènes psychiques sur l'épreuve du maximum d'apnée volontaire.

Un tel retentissement de ces facteurs ne peut-il être mis en évidence par un critérium objectif ?

En partant de ce principe que toute épreuve fonctionnelle respiratoire est inséparable de la valeur fonctionnelle de l'appareil circulatoire au moment considéré, puisque l'hématose est l'aboutissant d'un complexe faisant intervenir l'air alvéolaire (respiration) au contact de la nappe sanguine pulmonaire (circulation), nous nous sommes demandé si l'étude objective du cœur au cours même de l'épreuve de l'apnée ne nous apporterait pas d'intéressantes constatations. Et c'est ainsi que nous est venue l'idée de procéder à l'exploration électrocardiographique systématique.

### I. — RÉSERVES SUR L'INTERPRÉTATION DES ÉLECTROCARDIOGRAMMES ET POSITION DU PROBLÈME.

Le terrain de l'électrocardiographie n'est malheureusement pas encore parfaitement éclairci, et la lecture de l'électrocardiogramme ne correspond pas encore à celle d'une équation mathématique.

D'une part, en effet, on constate chez un même

individu, des états variables dans l'équilibre neuro-végétatif, d'où il résulte qu'au point de vue du rythme cardiaque tout au moins, les électrocardiogrammes pris à différents examens successifs ne sont pas toujours superposables.

D'autre part, chez deux individus dont les réactions neuro-végétatives sont opposées, les tracés électrocardiographiques ne nous apportent pas régulièrement le témoignage de ces réactions divergentes, ainsi que nous l'a montré l'étude du réflexe oculo-cardiaque.

Enfin, les facteurs anatomiques et physiologiques susceptibles d'avoir une plus ou moins grande répercussion sur les tracés, sont multiples et extrêmement complexes. Certains d'entre eux, qui ont été très étudiés, nous sont bien connus ; d'autres, qui ont également été l'objet d'investigations nombreuses, ont une influence sur laquelle tous les auteurs ne s'accordent pas ; enfin, bien d'autres agissent par un mécanisme qui nous échappe, ou même passent complètement inaperçus.

Le problème que nous nous sommes posé consiste donc d'abord à faire la part de ce qui, dans l'interprétation des tracés obtenus en apnée volontaire, revient aux différents facteurs anatomiques et physiologiques mis en jeu, et de ce qui revient à d'autres facteurs dont la nature ne nous apparaît pas rattachable à des considérations nettement anatomo-physiologiques. Nous étudierons ensuite dans quelle mesure ces derniers peuvent être rattachés à un état qui nous a précédemment paru si important : l'état psychique.

## II. — CONSIDÉRATIONS ANATOMO-PHYSIOLOGIQUES SPÉCIALES A L'ÉLECTROCARDIOGRAPHIE PRATIQUE EN APNÉE VOLONTAIRE.

### 1° *Considérations anatomo-physiologiques.* —

L'inspiration forcée détermine naturellement des modifications anatomiques particulières dont l'effet principal pour le point de vue qui nous intéresse, est leur répercussion sur l'électrocardiogramme. Ces modifications sont :

a) *L'abaissement du diaphragme* : Il a pour conséquence le déplacement du cœur. Ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte à la radioscopie, la pointe s'abaisse en même temps que le diaphragme, mais la base, maintenue à sa hauteur par les gros vaisseaux, n'a pas la même tendance à s'abaisser. Il en résulte une diminution de l'obliquité normale de l'organe, dont l'axe anatomique, et par conséquent l'axe électrique, se rapprochent de la verticale.

Par suite, le tracé sera tel qu'il aura tendance à se rapprocher de la formule donnée pour R par H. Frederick dans le « *Traité de Physiologie* » de Léon Binet, pour le cœur en goutte (cœur vertical) :  $R_3 \geq R_2 > R_1$ , opposée à la formule correspondant au déplacement inverse du cœur (étalement du cœur sur le diaphragme) :  $R_1 \geq R_2 > R_3$ ,

b) *L'état de contraction permanente des muscles respiratoires* : Lorsque l'état d'inspiration forcée est réalisé, la contraction des muscles inspirateurs fait équilibre à celle des muscles expirateurs. Ces contractions musculaires sont à l'origine de courants d'action qui déterminent de petites oscillations qui hachurent les tracés ; d'autre part, ce travail

supplémentaire, comme tout travail musculaire, déterminerait l'allongement de PR et l'augmentation d'amplitude de P et de T (H. Frederick).

c) *Les modifications de la circulation coronarienne* : Pour F. Kisch, l'état d'inspiration dans lequel se trouve le sujet pendant l'épreuve du maximum d'apnée inspiratoire, crée un obstacle à la circulation coronarienne. Bien que nous pensions plutôt que le sujet, contracté sur sa masse gazeuse, se trouve dans un état qui se rapproche plus du début de l'expiration (expiration qui n'aboutirait pas) que de la fin de l'inspiration, nous exposerons la théorie de cet auteur, jusqu'ici le seul, à notre connaissance, à avoir étudié l'électrocardiogramme enregistré pendant l'état d'apnée inspiratoire forcée.

F. Kisch a pensé que les troubles d'irrigation du myocarde résultant de l'état d'inspiration, s'ajoutant à l'anoxémie générale déterminée par l'état d'apnée, devaient avoir une grande importance clinique et électrocardiographique.

*Cliniquement*, c'est ainsi qu'il explique certains cas de mort subite sous l'eau au cours de plongées, et certains cas d'épilepsie avec nécrose myocardique mais intégrité des vaisseaux coronaires : « De cette constatation, on pourrait déduire qu'une apnée inspiratoire prolongée, par arrêt respiratoire exagéré, comme par exemple dans la plongée et la nage sous l'eau pendant une durée excessive, peut entraîner un degré maximum d'anoxie myocardique, et même l'asphyxie tissulaire ou nécrose (mort subite sous l'eau, d'origine cardiaque). Dans le même ordre d'idées, il faudrait également se demander si la même explication ne doit pas s'appliquer aux nombreux cas rapportés d'épilepsie avec nécrose du myocarde vérifiée à l'autopsie, mais avec

intégrité des vaisseaux coronaires (Grüber et Lanz, K. Neuburger, etc...). L'état de mal épileptique entraînerait une pause respiratoire (apnée) étonnamment longue, d'où résulterait une véritable asphyxie tissulaire (nécrose) des parties les moins résistantes de ce myocarde, notamment dans le cas de crises épileptiques subintrantes et prolongées. »

*Electrocardiographiquement*, « le cœur de fatigue qui comporte un myocarde au métabolisme perturbé et dont la capillarisation est déficiente, se caractérise par un S-T ou un T à allure dépressive ».

2° *Considérations physiologiques.* — L'élément primordial à considérer de ce point de vue, est la régulation réflexe de la circulation par l'intermédiaire des zones réflexogènes sino-aortiques et du centre respiratoire.

Les terminaisons nerveuses sino-aortiques et le centre respiratoire peuvent être impressionnés d'une part par la pression sanguine ; d'autre part, par le chimisme sanguin. Nos investigations n'ayant porté qu'accessoirement sur les variations de la pression sanguine au cours de l'apnée, nous envisagerons seulement l'influence des modifications chimiques du sang sur ces éléments nerveux.

a) *Action sur le rythme cardiaque.* — Les opinions émises par les auteurs qui ont envisagé cette question sont divergentes.

F. Kisch, dans le travail que nous avons déjà cité, écrit au sujet des répercussions circulatoires de l'apnée inspiratoire : « Outre le déplacement du cœur et la variation de son axe topographique, un rôle est joué, selon toute apparence, par l'élévation du tonus du vague d'origine réflexe par la voie des nerfs circulatoires pressor-récepteurs. Dans une lon-

gue série de recherches, nous avons pu nous assurer, aussi bien chez les sujets sains que chez les cardiopathes, dans l'apnée en inspiration forcée, qu'apparaissent un ralentissement plus ou moins appréciable du rythme cardiaque et un abaissement plus ou moins marqué de la pression artérielle... Le ralentissement du rythme cardiaque est de valeur différente selon les individus. »

C. Heymans, J.-J. Bouckaert et P. Régniers, au contraire, dans leur ouvrage « Le sinus carotidien et la zone homologue cardio-aortique », et D. Cordier et C. Heymans, dans leur rapport sur « Le Centre respiratoire » (Annales de Physiologie et de Physicochimie, 1935), montrent que l'anoxémie ou l'hypercapnie déclenchent, par l'intermédiaire des zones réflexogènes sino-aortiques, une diminution du tonus vagal, d'où résulte l'accélération du rythme cardiaque : « Toute élévation ou toute chute de pression artérielle au niveau des zones vasosensibles réflexogènes, ainsi que certaines modifications du chimisme du sang circulant au contact des récepteurs réflexogènes aortiques et sino-carotidiens, augmente ou diminue, par voie réflexe, le tonus réciproque du système ortho- et parasympathique, et déplace de la sorte l'état d'équilibre neuro-végétatif, modifiant ainsi l'activité et le fonctionnement des organes autonomes. Précisons des exemples : l'hypotension artérielle au niveau des récepteurs aortiques et sino-carotidiens, ainsi que la présence de sang chargé de  $\text{CO}_2$  ou pauvre en  $\text{O}_2$  au niveau de ces zones vasosensibles, déclenche un déplacement réflexe du tonus, de l'activité réciproque du système neuro-végétatif dans le sens d'une diminution du tonus parasympathique (accélération du cœur, vaso-constriction, hyperadrénalinémie, hyperventilation pulmonaire, dilatation pupillaire,

etc...) et d'un renforcement du tonus orthosympathique, c'est-à-dire d'une stimulation générale orthosympathique. »

Enfin, dans le même sens, P. Bergeret, dans la « Revue du Service de Santé Militaire », écrit à propos de la réaction hypertensive due à l'anoxémie créée par la dépression atmosphérique, qu'elle « témoigne de l'effort d'adaptation du cœur, dont l'effet général va être l'augmentation de la masse sanguine circulante. Le rythme cardiaque s'accélère et le débit cardiaque augmente. »

b) *Action sur les complexes.* — L'élévation du tonus vagal constatée par F. Kisch se traduit électrocardiographiquement non seulement par la modification du rythme cardiaque, qui devrait se faire dans le sens d'un ralentissement, mais par la diminution d'amplitude de l'onde T. Nous avons déjà vu qu'il avait constaté cette diminution et qu'il l'attribuait non seulement à l'élévation du tonus vagal, mais aussi à l'anoxémie myocardique. D'une façon plus précise, cet auteur observe pour l'onde T :

- l'aplatissement ou la négativation en  $D_1$  ;
- le raccourcissement en  $D_2$  ;
- exceptionnellement, un aplatissement léger en  $D_3$ .

Quant à l'onde R, F. Kisch observe :

- sa diminution de grandeur en  $D_1$  ;
- son augmentation de grandeur en  $D_3$ .

Léon Binet, M.-V. Strumza et J.-H. Ordenez constatent également sur les électrocardiogrammes pris au cours d'états anoxémiques, une diminution

de R, ainsi que Cluzet, Piery, Ponthus et Milhaud. Ces derniers auteurs constatent également un « allongement du complexe (paraissant traduire la surcharge du ventricule droit) et un raccourcissement consécutif du long repos du cœur, qui, lui, peut être considéré comme dû, conformément aux idées de Lian, soit à la fatigue myocardique, soit à l'exagération des résistances périphériques avec surcharge fonctionnelle du myocarde ventriculaire » (P. Bergeret, « Revue du Service de Santé Militaire », septembre 1937).

Telles sont les considérations anatomo-physiologiques auxquelles nous ont conduit l'étude de l'inspiration forcée, et les travaux récents sur l'apnée inspiratoire, ainsi que sur les états anoxémiques et hypercapniques.

Nous allons maintenant exposer les résultats des enregistrements électrocardiographiques que nous avons exécutés au cours de l'apnée inspiratoire volontaire, pour les confronter ensuite avec les conclusions des différents auteurs que nous avons cités.

### III. — RÉSULTATS PERSONNELS.

#### 1° *Le rythme cardiaque.*

Du point de vue électrocardiographique, un seul point est absolument inattaquable et échappe à toute critique d'interprétation : c'est l'enregistrement du rythme cardiaque.

Nos investigations n'ont point confirmé les résultats de F. Kisch, mais elles ont, la plupart du temps, vérifié le rôle de l'anoxémie et de l'hypercapnie sur le cœur, par l'intermédiaire des zones réflexogènes sino-aortiques, si bien étudié par G.

Heymans, J.-J. Bouckaert et P. Regniers, et par D. Cordier et C. Heymans, dans l'ouvrage et l'article cités plus haut.

Le tableau suivant montre ce que nous avons constaté :

Nombre de cas sur 46

Modifications du rythme pendant l'apnée

ACCÉLÉRATION = 23 cas :

- |    |                                                                      |
|----|----------------------------------------------------------------------|
| 16 | <i>Accélération</i> suivie d'un retour progressif au rythme initial. |
| 5  | <i>Accélération</i> progressive du début à la fin de l'épreuve.      |
| 2  | <i>Accélération</i> suivie d'un plateau jusqu'à la fin de l'épreuve. |

RALENTISSEMENT = 13 cas :

- |   |                                                                       |
|---|-----------------------------------------------------------------------|
| 6 | <i>Ralentissement</i> suivi d'un retour progressif au rythme initial. |
| 5 | <i>Ralentissement</i> progressif du début à la fin de l'épreuve.      |
| 2 | <i>Ralentissement</i> suivi d'un plateau jusqu'à la fin de l'épreuve. |

AUCUNE MODIFICATION = 10 cas.

Modifications du rythme cardiaque au cours de l'apnée volontaire, dans 46 observations.

Nous avons donc trouvé une fois sur deux de l'accélération du rythme cardiaque ; une fois sur trois ou quatre, seulement, du ralentissement ; et une fois sur quatre ou cinq aucune modification.

C'est donc l'accélération du cœur (et non, comme F. Kisch, son ralentissement), que nous avons le plus souvent observée.

A quels facteurs peut être due cette accélération ?

1) *A l'anoxémie et à l'hypercapnie*, par le mécanisme que C. Heymans, J.-J. Bouckaert et P. Regniers ont si bien mis en évidence ?

Mais si ce mécanisme intervenait réellement, il est permis de penser que la tachycardie serait de plus en plus marquée au fur et à mesure que l'apnée se prolonge, c'est-à-dire que l'oxygène fait de plus en plus défaut et que l'anhydride carbonique s'accumule dans le sang. Or, c'est justement au début de l'épreuve, alors que le sang est encore riche en oxygène et pauvre en anhydride carbonique, que cette accélération est maxima.

2) *Au travail statique des muscles respiratoires* ? De la même manière, on ne comprendrait pas pourquoi le rythme cardiaque va en se ralentissant du début à la fin de l'épreuve.

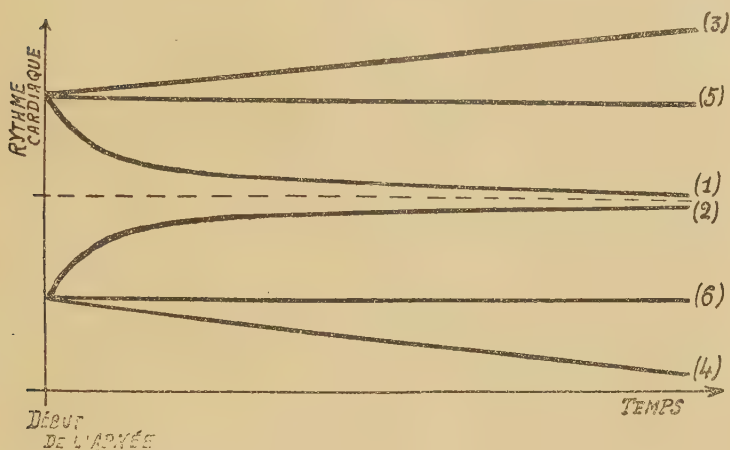
3) *A l'inspiration elle-même*, en faisant intervenir le même mécanisme que celui de l'arythmie sinusale respiratoire que l'on rencontre assez fréquemment chez les jeunes sujets ?

Dans ces cas, en effet, l'inspiration s'accompagne bien d'une accélération cardiaque. Mais nous avons pu nous rendre compte par l'enregistrement systématique d'un tracé électrocardiographique de la respiration normale précédant l'épreuve d'apnée, que les cas d'accélération cardiaque que nous avons observés dès le début de cette épreuve ne coïncident pas avec les cas d'arythmie respiratoire.

4) *A l'influence de phénomènes psychiques* ? C'est à cette hypothèse que nous nous rallions le plus volontiers, tout au moins en ce qui concerne

les cas où la tachycardie est primitive et dans lesquels elle tend ensuite à diminuer.

Nous reproduisons ci-dessous les courbes du rythme cardiaque que nous avons relevées — courbes qui correspondent au tableau de la page 43.



MODIFICATIONS POSSIBLES DU RYTHME CARDIAQUE  
AU COURS DE L'APNÉE VOLONTAIRE :

— — — — — Valeur du rythme en respiration normale.

Courbe (1) : Accélération suivie de retour progressif vers le rythme de respiration normale. Courbe la plus fréquente.

Courbe (5) : Accélération suivie d'un plateau jusqu'à la fin de l'épreuve.

Courbe (3) : Accélération progressive du début à la fin de l'épreuve.

Courbe (2) : Ralentissement suivi de retour progressif vers le rythme de respiration normale.

Courbe (6) : Ralentissement suivi d'un plateau jusqu'à la fin de l'épreuve.

Courbe (4) : Ralentissement progressif du début à la fin de l'épreuve.

Sur la courbe (1), la plus fréquente, nous observons, dès le début de l'apnée, l'accélération du

cœur, que nous pensons en rapport vraisemblable avec des phénomènes psychiques : émotion ou attention. Il vaudrait mieux de dire émotion sur terrain émotif, et concentration de l'attention. Ces états ont pour caractéristique de ne pas être durables, et pas plus qu'eux-mêmes, leurs répercussions physiologiques : l'intensité de ces phénomènes s'atténuant peu à peu, l'équilibre tend à se rétablir : il y a donc bien un ralentissement du rythme cardiaque, mais un ralentissement apparent, relatif, un ralentissement par rapport à une tachycardie primitive ; mais jusqu'à la fin de l'épreuve, le rythme reste plus rapide qu'il n'était pendant la respiration normale. On pourrait penser que si le rythme reste ainsi plus rapide que pendant la respiration normale, c'est que, la réserve d'oxygène diminuant et le taux d'anhydride carbonique sanguin s'élevant, les éléments nerveux sino-aortiques entrent en jeu ; que d'autre part les muscles inspireurs et expirateurs travaillent : ce sont en effet bien là des conditions d'augmentation du débit, donc du rythme cardiaques. Mais, d'une part, comme nous l'avons déjà dit, il serait difficile d'expliquer pourquoi cette accélération cardiaque va en diminuant jusqu'à la fin de l'épreuve ; d'autre part, nous n'avons obtenu ce profil de courbe qu'une fois sur trois.

La tachycardie s'est montrée primitive dans 23 cas ; au contraire, il y a eu bradycardie primitive dans 13 cas. Comment expliquer, dans ces derniers cas, cette bradycardie primitive ?

Nous pensons qu'elle doit encore être rattachée à des phénomènes psychiques lorsqu'elle n'est pas durable, ce que nous avons observé six fois : nous avons alors la courbe (2), de sens inverse de la précédente. Il est bien connu que certains individus réagissent par une bradycardie à des excitants cor-

ticaux. Au cours de l'épreuve, il y a non plus ralentissement par rapport au rythme du début, mais accélération relative, se faisant vers le retour à l'équilibre, sous l'influence du mécanisme sino-aortique.

Enfin, dans sept cas d'accélération cardiaque — courbes (3) et (5) —, et dans sept cas de ralentissement — courbes (4) et (6) —, la tachycardie ou la bradycardie primitive s'accroît ou reste en plateau. Il est vraisemblable que, dans ces cas, l'accélération ou le ralentissement ne sont pas imputables à des excitants corticaux, puisqu'ils sont durables ou qu'ils s'accroissent progressivement.

*En résumé, il nous semble possible d'attribuer à la répercussion des phénomènes psychiques les cas où la courbe du rythme cardiaque dessine en quelque sorte un clocher au début de l'épreuve.*

Nous avons pensé que ces variations dans les réactions individuelles (certains individus réagissant en tachycardie, d'autres en bradycardie ; certains individus revenant rapidement, au cours de l'épreuve, à un rythme cardiaque voisin du rythme en respiration normale, d'autres au contraire s'en écartant progressivement) pourraient peut-être être en rapport avec un état d'équilibre neuro-végétatif dans le sens d'une prédominance du système ortho- ou du système parasympathique. Mais l'épreuve du réflexe oculo-cardiaque ne nous a point montré ce parallélisme.

Il nous reste maintenant à envisager l'étude des complexes électrocardiographiques.

## 2° Les complexes.

1) *L'onde T* : C'est l'onde T qui, sur les électrocardiogrammes que nous avons obtenus, présente les modifications les plus constantes au cours de l'apnée volontaire.

Nous avons trouvé l'amplitude de T diminuée 26 fois sur 27 en  $D_1$ , 22 fois sur 27 en  $D_2$  et 3 fois sur 5 en  $D_3$ .

D'autre part, cette diminution d'amplitude tend à s'accroître du début à la fin de l'épreuve.

Comme nous l'avons vu, F. Kisch attribue cette allure dépressive de T à l'anoxie myocardique et à l'élévation du tonus parasympathique. Nos investigations nous ont conduit à donner une importance beaucoup plus considérable au premier de ces facteurs qu'au second, qui, comme nous l'avons exposé à propos du rythme cardiaque, ne nous a pas semblé constant.

2) *L'onde R* : Ses modifications sont moins nettes. Nos tracés confirment cependant, dans 5 cas sur 5, qu'elle suit la formule  $R_3 \geq R_2 > R_1$ , caractérisant le cœur vertical. Il nous semble, en effet, que des multiples facteurs qui interviennent au cours de l'apnée volontaire, ce soit cette modification anatomique qui ait la plus grande répercussion sur R.

Par rapport au R de la respiration normale, nous avons trouvé une diminution d'amplitude de R, 26 fois sur 26 en  $D_1$  ; 17 fois sur 27 en  $D_2$  ; 2 fois sur 5 en  $D_3$ . Nous avons observé son augmentation d'amplitude 7 fois sur 27 en  $D_2$  et 2 fois sur 5 en  $D_3$ .

3) *L'onde P* : Elle est en général très diminuée ou même supprimée dans les trois dérivations. Il est donc impossible de se faire une opinion sur les modifications de l'espace PR.

4) *L'espace ST* : Il n'est jamais modifié, même en fonction du rythme.

5) *L'abaissement de la ligne isoélectrique* est constant. Il semble que si cet abaissement était en rapport avec le déplacement anatomique du cœur, il serait à peu près de même valeur du début à la fin de l'épreuve. Or, de deux ou trois millimètres dès les premières secondes d'apnée, il peut atteindre jusqu'à sept ou huit millimètres à la fin d'apnées de l'ordre de 70 secondes. Il apparaît donc comme plus probable que la cause de cet abaissement soit la fatigue myocardique.

6) *Les hachures verticales des tracés* sont-elles également en rapport avec l'état de fatigue du myocarde ? Bien qu'elles soient de plus en plus accentuées au fur et à mesure que l'épreuve se poursuit, au point de rendre difficile la lecture du tracé des dernières secondes d'apnée, ces hachures semblent plutôt dues à la contraction des muscles respiratoires qui, pendant ces dernières secondes, aboutit à une véritable tétanisation.

\*  
\*\*

En résumé, si, d'une façon générale, l'étude des complexes du tracé électrocardiographique ne permet pas de déceler l'intervention d'une influence corticale quelconque, par contre, dans le cas qui nous intéresse, l'étude du rythme nous montre que certaines modifications sont susceptibles d'être rattachées à des conditions psycho-physiologiques.

Il est vrai qu'il ne s'agit ici que d'une simple hypothèse : nous n'avons pu établir une relation absolue de cause à effet entre les facteurs psychi-

ques que nous invoquons et les modifications du rythme que nous avons constatées. Mais, les principaux facteurs physiologiques mis en jeu au cours de l'apnée volontaire paraissant, comme nous l'avons vu, pouvoir être éliminés dans la production de cette modification brutale, mais en même temps de très courte durée, du rythme cardiaque au début de l'épreuve, cette hypothèse nous semble tout au moins possible.

## CONCLUSIONS

Cette étude du maximum de l'apnée volontaire chez l'adulte normal nous a montré, avant tout, combien l'interprétation des chiffres auxquels conduit cette épreuve doit être prudente.

Nous pensons :

1° Que chez l'homme indemne de tout trouble fonctionnel et de toute lésion pathologique quelconques, et *ne présentant aucune manifestation de nature émotive*, cette épreuve peut avoir une grande valeur à la fois comme épreuve fonctionnelle respiratoire et comme épreuve de capacité d'inhibition volontaire. Mais, la première étant intimement liée à la seconde, il n'est pas possible, en l'état actuel des choses, de faire abstraction de l'une pour déduire la valeur absolue de l'autre.

Par conséquent, dans ce cas, *l'épreuve du maximum d'apnée volontaire ne conduit qu'à un jugement de valeur global.*

2° Que chez l'homme indemne de toute lésion pathologique, mais *présentant des réactions nettes de nature émotive*, cette épreuve n'a plus aucune valeur. Dans ce cas, en effet, le résultat de l'épreuve est fonction de l'intrication de phénomènes fonctionnels respiratoires, de phénomènes psychiques (l'inhibition volontaire), et de phénomènes psychophysiologiques de nature émotionnelle dont il est impossible, en l'état actuel de nos connaissances, de

mesurer la portée : comme nous l'avons vu, en effet, d'une part ces derniers ne sont pas toujours d'égale importance à deux moments considérés, d'autre part et surtout, un sujet peut être extrêmement troublé au laboratoire alors qu'il sera parfaitement maître de lui-même dans sa vie « individuelle » : le rôle de ce facteur psycho-social nous est apparu extrêmement important.

Par conséquent, dans ce cas, *l'épreuve du maximum d'apnée volontaire ne permet pas de porter un jugement de valeur, quel qu'il soit.*

3° Que l'électrocardiographie, technique si précieuse en Médecine Aéronautique, ne peut cependant ici nous apporter un critère certain de ces états émotifs, que ceux-ci prennent naissance sous l'influence d'un facteur psycho-social (la timidité) ou sous l'influence d'une cause extérieure inopinée et brutale (le manque de « sang-froid »).

Vu : Le Doyen,  
TUFFENEAU.

Vu : Le Président,  
L. BINET.

Vu et permis d'imprimer :  
Le Recteur de l'Académie de Paris,  
ROUSSY.

## BIBLIOGRAPHIE

- Ch. ACHARD et LÉON BINET. — Les réflexes provoqués par la compression oculaire : réflexe oculo-respiratoire ; réflexe oculo-circulatoire ; réflexe oculo-moteur. *C.R. de la Soc. de Biol.*, T. LXXXI, p. 158, 1918.
- AMPHOUX. — Contribution à l'étude de l'apnée volontaire. *Thèse Méd.* Bordeaux, 1934.
- P. BERGERET. — Effets physiologiques de l'altitude en avion. *Revue du Service de Santé Militaire*, T. CVII, n° 3, p. 325, Sept. 1937.
- J. BEYNE. — L'examen médical du Personnel Navigant de l'Aéronautique. *Arch. de Méd. et de Pharm. Milit.*, T. LXXXIV, n° 5, Mai 1926.
- LÉON BINET. — In *Traité de Physiologie Normale et Pathologique*, T. V, p. 74, 1934.
- LÉON BINET et M. BOURGEOIS. — Exploration clinique de la fonction respiratoire. L'épreuve du maximum d'apnée volontaire. *La Presse Médicale*, p. 381, Juin 1920.
- LÉON BINET et M.-V. STRUMZA. — La polyglobulie asphyxique, son degré, sa généralité. *Le Sang*, T. IX, n° 9, 1935.
- LÉON BINET, M.-V. STRUMZA et J.-H. ORDONEZ. — Modifications de l'électrocardiogramme au cours de l'anoxémie aiguë chez le Chien. *C.R. de la Soc. de Biol.*, T. CXXV, p. 318, 1937.
- M. BOURGEOIS. — Epreuve du maximum d'apnée volontaire. *Thèse Méd.*, Paris, 1920.
- U. CASSINIS. — Apnea volontaria e lavoro muscolare. *Giornale di Medicina militare*, fasc. II, 1925 (Travail du laboratoire de S. Baglioni).
- CLUZET, PIERY, PONTIUS et MILHAUD. — Etude électrocardiographique de l'influence de la dépression barométrique sur le cœur. *Bull. de l'Acad. de Méd.*, T. CXIII, p. 661, 21 mai 1935.

- D. CORDIER et C. HEYMANS. — Le Centre Respiratoire. *Annales de Physiologie et de Physicochimie biologique*, T. XI, n° 4, p. 535 à 771, 1935.
- L. DAUTREBANDE. — In *Traité de Physiologie Normale et Pathologique*, T. V, p. 121, 1934.
- DULAC. — Le réflexe oculo-cardiaque. *Thèse Méd.*, Paris, 1919.
- M. FLACK. — L'aptitude respiratoire dans ses rapports particuliers avec l'aviation. *Arch. int. de Physiol.*, 1918.
- H. FREDERICK. — L'électrocardiogramme normal et pathologique, in *Traité de Physiologie Normale et Pathologique*, T. VI, p. 354, 1932.
- GENAUD et SOHIER. — Apnée volontaire et protection individuelle contre les gaz toxiques. Etude d'un procédé pratique susceptible d'augmenter la durée de l'apnée volontaire. *Bull. de la Soc. de Méd. Milit. Française*, n° 6, p. 247, Juin 1936.
- G. GUILLAIN. — Les examens médicaux et physiologiques du personnel navigant de l'aviation. *C.R. de la Soc. de Biol.*, T. LXXXIII, p. 655, 1919.
- G. GUILLAIN et GARCIN. — Physiologie pathologique respiratoire dans les ictères infectieux bénins. *C.R. de la Soc. de Biol.*, T. LXXXIV, p. 351, 1921.
- C. HEYMANS, J.-J. BOUCKAERT et P. REGNIERS. — Le sinus carotidien et la zone homologue cardio-aortique, *G. Doin éd.*, 1933.
- F. KISCH. — Elektrokardiogramm Herzkranker beim inspiratorischen Atemanhalten. *Klinische Wochenschrift*, p. 686, 12 Mai 1934.
- J. LATOUR. — Etude de l'épreuve du maximum d'apnée volontaire. *Thèse Méd.*, Paris, 1935.
- Ch. LAUBRY et Mlle BROSE. — Interférence de l'activité corticale sur le système végétatif neuro-vasculaire. *La Presse Médicale*, p. 1625, 19 Octobre 1935.
- V. de LAURENZI. — Azione del lavoro muscolare sulla durata dell' apnea volontaria. *Arch. farmac.*, XLI, 113, 1926.
- R. MARÉCHAL. — Action combinée des bains carbogazeux et de l'inhalation d'oxygène sur le temps d'apnée volontaire. *La Presse Médicale*, p. 471, 27 Mars 1937.
- A. MOSSO. — La physiologie de l'apnée étudiée chez l'homme. *Arch. ital. de Biol.*, T. XL, fasc. I, p. 1, 1903.

- H.-R. OLIVIER et J. SKLADAL. — Contribution à l'étude de l'apnée volontaire au cours de la tuberculose pulmonaire. *C.R. de la Soc. de Biol.*, T. CI, p. 1089, 1929.
- M. PERIOT. — Recherches sur l'apnée volontaire et la respiration en milieu clos. *Thèse d'Agrégation* (Section de Physiologie), 1926.
- J. SABRAZES. — La durée maxima de la pause apnéique volontaire. *Gazette Hebdomadaire des Sciences Médicales de Bordeaux*, 2 Février 1902. — *Deutsche mediz. Zeitung*, N° 35, 30 Avril 1903.
- P. SAINTON et E. SCHULMANN. — *Annales de Médecine*, Septembre 1922, T. XII, n° 3, p. 173.
- E.-C. SCHNEIDER. — Observations on holding the breath. *Americ. Journ. Physiol.*, T. XCIV, 464, 1930.
- E.-C. SCHNEIDER and G.-W. DONIS. — The relation of vital capacity and power to hold the breath to endurance of low oxygen. *Medical recherche Comity ; Air service, U.S. Army*.
- G. VIALE et A. BRUNO. — Prolongation de l'apnée volontaire et rôle de la rate. Hyperglobulie de l'apnée volontaire. *Société argentine de Biologie* (Rosario), in *C.R. de la Soc. de Biol.*, T. XCIX, p. 1523, 1928.





